ISTITUTO CHIMICO AGRARIO
SPERIMENTALE
GORIZIA

STAZIONE CHIMICA AGRARIA
SPERIMENTALE
UDINE

RENZO CANDUSSIO

ASPETTI AGRARI DELL' INQUINAMENTO AMBIENTALE

ISTITUTO CHIMICO AGRARIO
SPERIMENTALE
GORIZIA

STAZIONE CHIMICA AGRARIA
SPERIMENTALE
UDINE

RENZO CANDUSSIO

ASPETTI AGRARI
DELL' INQUINAMENTO AMBIENTALE

RENZO CANDUSSIO

ASPETTI AGRARI DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE

Le condizioni di vita nella biosfera stanno mutando a causa delle varie attività dell'uomo. L'aria, le acque e i terreni diventano infatti sempre più alterati da inquinamenti di varia natura.

L'agricoltura è interessata a questi inquinamenti per due diversi motivi: o perché ne è essa la causa diretta, come per esempio nel caso dell'inquinamento da fitofarmaci ,oppure perché essa ne subisce gli effetti, come per esempio nel caso di residui industriali tossici che arrivano sui campi con le acque di irrigazione.

Sono precisamente questi aspetti agrari dell'inquinamento ambientale che verranno sommariamente illustrati nella mia conversazione per una messa a punto dei problemi che sorgono nel campo agrario in relazione a determinati inquinamenti ambientali.

Indagare sulla natura e sull'origine degli inquinamenti per quanto attinenti all'agricoltura, studiare i loro effetti sull'agricoltura, valutare e sperimentare le possibilità di un loro controllo che rientri nel campo delle tecniche agrarie, sono compiti riservati, ovviamente, alla ricerca agraria.

Ed infatti, le Stazioni sperimentali agrarie della Regione, perfettamente conscie dell'importanza di questi problemi, già da tempo hanno dedicato vasta parte dei loro programmi di attività a temi di ricerca e di studio riguardanti, direttamente o indirettamente, gli inquinamenti ambientali.

Di questi temi farò cenno nel corso della mia conversazione citando anche, dove sarà opportuno, alcuni risultati delle ricerche eseguite.

Chiedo fin d'ora perdono se, per non abusare tanto del cortese ascolto dei presenti, la mia trattazione risulterà non soltanto molto sommaria ma altresì incompleta e frammentaria. D'altronde la va-

---

Conversazione tenuta il 3 dicembre 1970 alla Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Udine.

stità e la complessità del tema non avrebbero consentito, in ogni caso, uno svolgimento tanto diverso da quello che verrò ora esponendo.

Inquinamento dell'aria.

I problemi agrari (relativi soltanto alle piante e non alle zoocolture) che sorgono da una situazione di un'atmosfera inquinata non raggiungono mai l'importanza che in tale situazione assumono invece i problemi igienico-sanitari relativi alla vita degli animali in genere e in particolare a quella dell'uomo.

Inoltre, l'origine degli inquinamenti atmosferici di norma non è attribuibile ad attività agrarie. Le fonti individuate vengono infatti raggruppate in tre categorie quasi del tutto estranee alle pratiche agricole:

— al riscaldamento domestico

— all'autotrazione

— alle attività industriali.

Tuttavia val la pena dare un rapido cenno agli inquinanti atmosferici e ai danni da essi provocati alla vegetazione, e quindi all'agricoltura, in determinati casi e in determinate situazioni.

E' bene subito precisare che i danni, qualora si verificano, non sono mai di vasta portata, perché localizzati per lo più ad aree agrarie relativamente non ampie.

Quali sono gli inquinamenti atmosferici di maggiore interesse?

Innanzi tutto lo «smog».

Questa parola a tutti richiama alla mente le caligginose dense nebbie di Milano e di Londra. Ma non è questo «smog» che maggiormente interessa dal punto di vista agrario.

Dagli studiosi specializzati vengono infatti distinti e considerati due diversi tipi di smog: il tipo così detto di Londra, e il tipo così detto di Los Angeles o «smog» fotochimico.

Le differenze più salienti fra i due tipi sono riassunte nel Prospetto n. 1.

Attualmente si è propensi a ritenere che lo «smog» di tipo Los Angeles sia molto più diffuso di quanto si pensava fosse qualche anno fa.

Prospetto 1

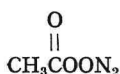
Paragone fra lo «smog» di tipo Londra e lo «smog» di tipo Los Angeles (inquinamento fotochimico)

Smog tipo Londra	Smog tipo Los Angeles
a) La punta massima si verifica presto al mattino	*a)* La punta massima si verifica verso il mezzogiorno
b) Temperatura 0° - 5°C	*b)* Temperatura 25° - 30°C
c) Alta umidità relativa e cielo nebbioso	*c)* Bassa umidità relativa e cielo sereno
d) Atmosfera chimicamente riducente	*d)* Atmosfera chimicamente ossidante
e) Irritazione dei bronchi	*e)* Irritazione degli occhi

Secondo il Ministero della Sanità degli Stati Uniti (U.S. Department of Health, Education and Welfare) il danno causato alle produzioni agrarie dall'inquinamento fotochimico negli Stati Uniti nel 1966 venne stimato a 500 milioni di dollari.

I danni sarebbero ormai sparsi un po' dovunque in tutto il mondo. Ciò non può certo sorprendere quando si consideri il modo di formarsi dell'inquinamento fotochimico.

Lo smog fotochimico è causato dall'azione della luce solare sui gas di scarico dei motori a scoppio. Più precisamente si tratta, dal punto di vista chimico, di una fototrasformazione dell'anidride nitrica, presente nei gas di scarico, in biossido di azoto, di una concomitante diminuzione di idrocarburi che reagiscono con il biossido di azoto per dar luogo a sostanze ossidanti quali i perossi-acil nitrati (specialmente perossi-acetil nitrato, abbreviato in PAN)

$$\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CON_2}} \qquad \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH_3CH_2CON_2}} \; \ldots\ldots \qquad \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{R\,CON_2}}$$

CH_3COON_2 — PAN; $CH_3CH_2COON_2$ ..... — PPN; $R\,COON_2$ — PRN

Questi nitrati organici esplicano una energica attività biologica. Concentrazioni di 100-200 ppm sono letali per i topi per una esposizione di 2 ore. Concentrazioni di poche parti per miliardo di parti d'aria (pochi cc in 1000 litri d'aria) causano forte irritazione agli occhi.

Molto sensibili sono anche le piante. L'esposizione a concentrazioni dell'ordine di poche parti di perossi-acetil-nitrato per cento

milioni di parti di aria (pochi cc in 100 litri di aria) possono causare danni visibili di tossicità alle colture agrarie. Particolarmente sensibili sarebbero i pini, l'erba medica, diverse piante ornamentali, la lattuga romana.

In quest'ultima pianta la tossicità dovuta al perossi-acetil-nitrato dà una caratteristica sintomatologia (la base delle foglie diventa argentea) tanto che la lattuga romana viene considerata pianta indicatrice dello smog fotochimico.

Altre sostanze costituenti normali dell'inquinamento fotochimico sono tossiche per la vegetazione: così l'ozono che, in concentrazioni di 0.5 ppm per una esposizione di 3-4 ore, produce lesioni gravi alle foglie specialmente della vite e del tabacco; il biossido di azoto che in bassissime concentrazioni provoca un rallentamento nello sviluppo delle giovani piante; l'etilene che è particolarmente tossico per le orchidee tanto che nei dintorni delle grosse città della California i coltivatori di orchidee hanno dovuto smettere questa loro attività.

Considerata la fortissima tossicità di questi composti, non può essere errato pensare che anche concentrazioni più basse, specialmente con esposizioni di lunga durata, possano causare, a tutti gli esseri viventi, danni significativi anche se non prontamente visibili. Qualora si consideri che gli scarichi delle automobili contengono sempre quei composti chimici che sono necessari alla formazione fotochimica di composti tossici e che le automobili sono ormai numerose dovunque, si può dedurre che le minimissime concentrazioni, sufficienti a provocare effetti dannosi anche se non immediatamente rilevabili, possono essere presenti quasi dovunque.

A fenomeni di inquinamento fotochimico, simili a quelli dello smog di tipo Los Angeles, vengono ora attribuite, almeno da certi ricercatori, le morie di pini e i deperimenti di alcune note pinete del litorale italiano.

A questo proposito non è certo da escludere che anche le morie di pini che si verificano nella pineta di Lignano possano essere attribuite anche, se non proprio solamente, a fattori di inquinamento atmosferico fotochimico.

E' probabile che quest'anno, in accordo con la Direzione Regionale delle Foreste, vengano da noi condotte opportune ricerche per scoprire le cause delle morie dei pini di Lignano e per indicare conseguentemente i possibili eventuali rimedi.

Fra gli inquinanti atmosferici dannosi per la vegetazione — oltre a quelli dello smog fotochimico — possiamo citare:

l'anidride solforosa che è forse il più importante degli inquinanti dell'aria perché è presente dovunque. Per rilevare concentrazioni dannose di questo inquinante nell'aria si può far ricorso a piante indicatrici: fra le più comuni e le più note ricordo la *Poa annua* che «segna» l'inquinamento mediante zone clorotiche trasversalmente alle foglie, di ampiezza variabile a seconda della durata dell'inquinamento; il rovo che manifesta la presenza eccessiva dell'anidride solforosa mediante fenomeni di clorosi; e una speciale varietà di tabacco.

Anche l'acido fluoridrico è un inquinante molto importante per l'agricoltura perché produce gravi danni alla vegetazione. Concentrazioni di 1 γ/m^3 può recar danno a diverse piante: particolarmente sensibili l'albicocco, il susino, il pesco, la vite.

Regionalmente possono essere citati altri inquinanti di un certo interesse per l'agricoltura: l'acido solfidrico, il cloro e altri.

Inquinamento dell'acqua.

L'uso dell'acqua da parte dell'uomo modifica sempre la qualità dell'acqua.

Col termine «qualità» si deve attualmente intendere non soltanto il complesso delle caratteristiche fisiche, fisico-chimiche e chimiche naturali dell'acqua ma anche le variazioni indotte da sostanze estranee inquinanti, di varia natura.

Le caratteristiche delle acque naturali impiegate in agricoltura per scopi irrigui sono importanti non solo per le azioni che esse esercitano sull'ambiente biologico, pedologico e agronomico, ma anche perché esse possono avere una importante parte nel determinare il comportamento di certe sostanze inquinanti immesse nelle acque stesse.

Le sostanze già presenti nelle acque, in soluzione o in sospensione, possono infatti interagire con le sostanze inquinanti determinando fenomeni di insolubilizzazione, di complessazione, di adsorbimento, ecc., che possono variamente influire sul trasporto delle sostanze inquinanti.

Una conoscenza approfondita in tal senso può riuscire di grande utilità anche nei trattamenti di depurazione.

L'uomo può rigenerare un'acqua ma prima deve conoscerne le caratteristiche naturali.

Nei riguardi della composizione delle acque della Regione le conoscenze sono quanto mai frammentarie e incomplete.

Per colmare queste deficienze abbiamo intrapreso già da tempo un metodico studio della qualità — intesa nel senso dianzi citato di composizione naturale e di inquinamento artificiale — di tutte le acque correnti superficiali e sotterranee freatiche usate o usabili per l'irrigazione.

L'inquinamento delle acque dolci riveste un enorme interesse agrario e non soltanto — come molti possono ritenere — un interesse igienico-sanitario. Ciò appare evidente qualora si consideri che l'agricoltura è una delle attività economiche maggiormente interessate al problema della qualità delle acque dato che essa impiega, specialmente per scopi irrigui, ingenti masse d'acqua.

Il Comitato per i criteri di qualità delle acque (Committee on water quality criteria) del Ministero degli interni degli Stati Uniti classifica le sostanze inquinanti delle acque in otto grandi categorie.

Nel prospetto n. 2 ho voluto riassumere per ognuna di queste categorie la natura, l'origine e gli effetti degli inquinanti.

Per brevità devo omettere la trattazione di diverse categorie e di diversi argomenti indicati nel Prospetto.

Chi fosse interessato ai problemi agrari dell'inquinamento da fall-out radioattivo o da sostanze saline può trovare sufficienti notizie negli opuscoli, messi qui a disposizione, tratti da mie precedenti conversazioni e pubblicati in estratto dall'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia.(*)

Eutrofizzazione delle acque.

L'agricoltura — si dice — è la maggior responsabile di questo tipo di inquinamento.

La vita e lo sviluppo delle piante acquatiche, come pure quello delle piante terrestri, dipende dalla disponibilità di elementi nutritivi. A sua volta la vita della fauna acquatica dipende dalla flora acquatica.

(*) Candussio, R., *Effetti delle acque marine sui terreni e sulle colture.* Agricoltura delle Venezie, XXI, 4, 1967 (Nuovi Annali dell'Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, Pubbl. n. 49).
Candussio R., *Radioattività e alimenti.* Terra friulana VII, 2, 1962 (Nuovi Annali dell'Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, Pubbl. n. 28).
Candussio R., *Il «fall-out» radioattivo e il suo controllo.* Terra friulana, VI, 3, 1961 (Nuovi Annali dell'Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, Pubbl. n. 24).

INQUINANTI DELLE ACQUE

CATEGORIA	NATURA	ORIGINE	EFFETTO
1) SALI INORGANICI E MINERALI	sali comuni, acidi, alcali, sali di metalli pesanti, cianuri	depositi naturali, scoli acidi di cave, restituzione di acque da zone irrigate, varie attività industriali	menomato sviluppo delle piante, tossicità all'uomo, agli animali di allevamento e alla fauna; cattivi odori e sapori all'acqua; corrosioni alle attrezzature
2) SEDIMENTI	sabbia, limo, argilla, sottoprodotti minerali di industrie	erosione di terre coltivate, rive di corsi d'acqua, banchine stradali, sentieri di campagna, ecc.; effluenti da lavorazioni industriali di minerali	riempimento e ostruzioni di laghi, serbatoi vari, corsi d'acqua, canali; aumento del costo di purificazione dell'acqua; interferenze nei processi di lavorazione industriale; abbassamento della fertilità di terre coltivate quando il sedimento viene deposto da inondazioni; riduzione della fauna ittica, riduzione del valore ricreativo dell'acqua, apporti di pesticidi e di altre sostanze chimiche adsorbite
3) EUTROFIZZAZIONE	essenzialmente composti di azoto e fosforo	scoli da campi concimati, da cortili colonici, da letamai, fognature urbane, residui industriali	sviluppo eccessivo di piante acquatiche e palustri, eliminazione dell'ossigeno disciolto, aumento del BOD per effetto di residui vegetali; conseguentemente formazione di cattivi odori, sapori che riducono la fauna ittica e il valore ricreativo dell'acqua
4) RESIDUI ORGANICI	sostanze organiche facilmente decomponibili e fermentescibili che i bacteri aerobici trasformano in composti stabili, richiedendo nelle acque forti quantità di ossigeno disciolto	acque di rifiuto urbano, acque di rifiuti industriali (industrie alimentari, tessili), imprese agrario-zootecniche	l'eccessivo consumo di ossigeno nelle acque danneggia la fauna ittica, riduce o annulla il valore ricreativo delle acque; causa odori disgustosi e colori antiestetici delle acque
5) RADIOATTIVITA'	elementi radioattivi	fall-out da scoppi atomici, incidenti in centrali nucleari, lavorazioni di uranio e torio, centri di ricerca medica, biologica, agraria, ecc.	pericolo di danneggiamenti vari a tutti gli animali; piccole quantità possono essere accumulate o concentrate su sedimenti
6) CALORE	acque di scarico eccessivamente calde o eccessivamente fredde	impianti di raffreddamento industriale, attività industriali varie, pozzi o sorgenti naturali	le acque bollenti hanno un basso contenuto di ossigeno e perciò ritardano l'autodepurazione dell'acqua da inquinanti organici; acque molto fredde non sono adatte alla irrigazione; acque molto calde sono inadatte o poco adatte alla vita animale e vegetale
7) AGENTI PATOGENI INFETTIVI	virus, bacteri, funghi patogeni per l'uomo, gli animali, le piante	acque di fogna, residui animali, residui di macelli e di concerie, acque di dilavamento da zone coltivate infette	trasmissione e diffusione di malattie, infezioni della fauna acquatica ,limita l'uso di acque irrigue (prati e colture foraggere); limita gli usi ricreativi dell'acqua (nuoto, pesca, ecc.)
8) COMPOSTI ORGANICI DI SINTESI	detersivi, insetticidi, fungicidi, erbicidi, sottoprodotti e residui industriali	acque di scarico domestiche e industriali, residui di trattamenti antiparassitari agrari.	pericoli per la vita di pesci e di animali selvatici, pericoli per la salute dell'uomo e degli animali, pericoli per le colture irrigue, ecc.

Difatti, per esempio, in certe situazioni il vallicoltore deve «concimare» le proprie valli da pesca, specialmente con concimi fosfatici e azotati, se vuol raggiungere buone produzioni di pesci.

Le acque naturali sono normalmente povere di azoto e di fosforo ma specialmente di fosforo. Questo elemento stimola lo sviluppo delle alghe già a concentrazioni dell'ordine di 0.05 ppm. Per eutrofizzazione delle acque si intende quel processo che provvede il nutrimento naturale ai vegetali acquatici i quali a loro volta rappresentano il nutrimento per la fauna acquatica.

Questo ciclo deve essere in equilibrio. Ora se per una ragione qualsiasi si verifica una sopraproduzione di vegetali questo sovrappiù compie il suo ciclo vitale senza poter essere utilizzato dagli animali acquatici. Dopo la morte questi vegetali marciscono e si decompongono consumando, in questo processo biochimico, ossigeno disciolto nell'acqua. In questa situazione si dice che aumenta il BOD dell'acqua. Le spoglie vegetali, che hanno un elevato BOD, ossia che hanno un elevato bisogno di ossigeno per decomporsi, nella loro decomposizione possono consumare tanto ossigeno da portarne il livello al di sotto di quello necessario alla vita dei pesci. Questo limite, per la massima parte delle specie di pesci di acqua dolce, è di 4 ppm.

La perdita di ossigeno nelle acque può essere accentuata sia dalla temperatura sia dalla presenza nelle acque di materiale inquinante, con alto BOD, di varia provenienza (per es. residui di industrie alimentari, di industrie tessili, ecc.).

In ogni caso la decomposizione delle spoglie vegetali implica la liberazione, per mineralizzazione, di elementi nutritivi (specialmente fosforo e azoto) che accentuano sempre più l'eutrofizzazione dell'acqua e quindi la diminuzione della fauna acquatica.

Il notissimo «Lake Erie Report» della Federal Water Pollution Control Administration degli Stati Uniti illustra precisamente questa situazione di profondo cambiamento ecologico del lago. Secondo lo stesso rapporto la maggior responsabile di questa situazione è l'agricoltura giacché la causa iniziale è l'inquinamento delle acque con fosforo e azoto proveniente dalla circostante campagna concimata.

Io ritengo che la situazione delle nostre acque nei riguardi della eutrofizzazione sia ancora molto lontana da quella del lago Erie.

Nel caso nostro — a parte l'impiego di quantità non certo liberali di concimi da parte degli agricoltori — la migrazione del fosforo dai campi alle acque freatiche di percolazione o alle acque

superficiali non può assolutamente verificarsi per solubilizzazione dei fosfati giacché tutti i nostri terreni hanno per loro costituzione una fortissima capacità di fissazione per gli ioni fosforici. Difatti dalle numerose analisi da noi eseguite in questi ultimi anni sulle acque irrigue e sulle acque di percolazione (falda freatica) è risultato che l'ione fosforico è spesso del tutto assente o, se presente, presente in tracce minime.

L'apporto di fosforo nelle acque — come del resto l'apporto di altre sostanze fortemente trattenute dai terreni quali certi insetticidi (per es. il DDT) e certi erbicidi (per es. i dipiridilici) — può avvenire per mezzo dei sedimenti, ossia per mezzo di minute particelle di terreno (argille e limi) trattenenti per adsorbimento ioni fosfatici, asportate dai campi per fenomeni di erosione e dalle acque poi depositati nei fanghi di fondo.

La situazione è invece alquanto diversa per l'azoto. Questo elemento, in qualsiasi forma venga dato ai terreni (azoto organico, ureico, ammoniacale, ecc.), si trasforma nei terreni stessi alla fine in azoto nitrico.

L'ione nitrico non è minimamente trattenuto dal terreno e perciò, se non viene utilizzato dalla vegetazione, percola con le acque attraverso il terreno e va ad arricchire l'acqua delle sottostanti falde freatiche.

Le analisi, di cui ho fatto cenno poco fa, dimostrano chiaramente il verificarsi di questo fenomeno: nelle acque superficiali l'azoto nitrico (considerato anche nella sua forma potenziale di azoto organico, di azoto ammoniacale e di azoto nitroso) raramente è presente in concentrazioni che superino 1 ppm: nelle acque sotterranee di falda lungo la zona delle risorgive si rilevano concentrazioni raramente inferiori a 1 ppm spesso superanti le 15 ppm e aggirantesi mediamente sulle 10 ppm.

A proposito dei concimi azotati considerati dal punto di vista dell'inquinamento è bene che gli agricoltori sappiano che l'uso indiscriminatamente elevato — a parte il danno economico dovuto alle perdite per percolazione — può portare gravi conseguenze specialmente negli allevamenti bovini. In diverse piante coltivate per foraggio, in dipendenza di forti concimazioni azotate e di altre particolari condizioni, possono accumularsi nitrati in quantità tossiche per il bestiame. L'ione nitroso, che si origina dalla riduzione di quello nitrico ad opera della flora batterica del rumine entrato nel circolo sanguigno trasforma la emoglobina (ferro ferroso) in metaemoglobina (ferro ferrico) che non essendo più in grado di com-

binarsi con l'ossigeno provoca un ostacolo al suo trasporto nel sangue creando nell'animale uno stato di anossia che nei casi gravi si manifesta con dispnea, tachicardia, convulsioni muscolari, cianosi delle mucose. Le conseguenze dell'avvelenamento da azoto nitrico, pur variabili a seconda dello stato di salute ed all'età dell'animale, sono tuttavia sempre gravi e, in casi estremi, possono giungere alla morte dell'animale.

Ho voluto far cenno a questo pericolo giacché ho avuto occasione di constatare in questi ultimi tempi che, mentre la grande maggioranza dei nostri agricoltori impiega ancora troppo pochi concimi azotati, vi sono invece altri agricoltori che, spinti forse da errate propagande, ne abusano o li usano molto malamente.

E' bene che si sappia anche che un arricchimento di nitrati in acque freatiche usate per scopi alimentari umani costituisce un potenziale pericolo nell'alimentazione dei bambini nei quali l'eccesso di ioni nitrici può provocare gravi stati di anossia e di metaglobulinemia.

Concludendo sull'argomento dell'eutrofizzazione credo di non errare affermando che l'agricoltura — almeno qui da noi — non possa essere tacciata di colpevolezza nell'eventuale eutrofizzazione delle nostre acque.

Ritengo però doveroso richiamare l'attenzione su un giusto ed equilibrato impiego dei concimi azotati e ritengo opportuno di confermare la necessità di continuare i controlli di tutte le nostre acque, potenziandoli il più possibile nella frequenza e nella distribuzione dei prelievi.

A questo proposito sarebbe auspicabile che, per il potenziamento delle nostre ricerche, ci provenissero aiuti anche da parte dei consorzi di bonifica e di irrigazione e da parte di associazioni di pesca che hanno un evidente interesse in questi problemi.

Residui organici nelle acque.

In questa categoria di inquinanti l'agricoltura è interessata sia nell'inizio del fenomeno dell'inquinamento, per l'origine delle sostanze inquinanti, sia nella fine del fenomeno, per la possibile utilizzazione delle sostanze inquinanti opportunamente trattate.

I residui organici di questa categoria di inquinanti possono provenire da: fognature dei centri abitati, macelli industriali e ma-

celli comunali, industria della lavorazione delle carni, imprese zootecniche varie (allevamenti bovini, allevamenti suini, ecc.), industria della lavorazione del latte, industria del cuoio, industrie cartarie e altre.

A parte le sostanze che vengono aggiunte durante i processi di lavorazione, sostanze particolari per ogni tipo di lavorazione, i residui organici di qualsiasi provenienza hanno una comune caratteristica agli effetti dell'inquinamento: la loro putrescibilità e, quindi il loro elevato BOD. Immessi nei corsi d'acqua consumano velocemente tutto l'ossigeno presente subendo fermentazioni putride con odori nauseanti, aspetti antiestetici e altri sfavorevoli cambiamenti delle caratteristiche organolettiche e chimiche delle acque.

Le acque così inquinate non sono più abitabili da pesci o da altri animali acquatici essenzialmente per mancanza di ossigeno.

Per quanto riguarda l'ossigeno va osservato che le acque riducenti riescono particolarmente dannose ai terreni argillosi nei quali la scarsa circolazione dell'aria, soprattutto in regime irriguo, favorisce l'insorgere dell'asfissia radicale e l'arresto della nitrificazione. Le acque aventi un potenziale di ossido-riduzione, espresso in rH, inferiore a 15, devono essere escluse dall'uso irriguo immediato o ammesse solamente dopo profonda aereazione.

Agli effetti irrigui queste acque possono essere impiegate direttamente ma soltanto in determinate favorevoli situazioni di terreno e con molta circospezione.

In ogni caso è innanzitutto necessario conoscere la loro composizione chimica e le loro caratteristiche fisico-chimiche per non correre il rischio di inquinare durevolmente i terreni o di danneggiare in modo quasi irreversibile la loro capacità produttiva.

I parametri di inquinamento da prendere in considerazione in questi casi sono molti e assai vari. Una indicazione orientativa può essere tratta dalla conoscenza dei metodi di lavorazione delle industrie che concorrono all'inquinamento.

Nel lavoro che abbiamo in corso sulle acque di tutta la Regione, portiamo la nostra indagine chimica non toltanto su quelli che sono considerati i comuni parametri di inquinamento (BOD_5 o fabbisogno biochimico di ossigeno che indica la quantità di sostanza organca fermentescibile; l'ossigeno disciolto che indica lo stato di ossido-riduzione dell'acqua; la conducibilità elettrica che indica globalmente la salinità e ne esprime perciò la sua pericolosità; il SAR o coefficiente di adsorbimento sodico che misura il pericolo derivato da un eccesso di sodio; il CSR o indice del carbonato di sodio

residuale che indica la possibilità di formazione di carbonato di sodio; le quantità presenti di detersivi anionici espressi in ABS (alchil-benzen-sulfonato); la presenza di fenoli indicante inquinamenti fecali) ma anche su tutti gli elementi minerali che possono avere un interesse di utilità o di tossicità per la vegetazione.

Si tratta normalmente di dosare quantità estremamente piccole che tuttavia, per azione di accumulo date le grandi masse d'acqua che devono essere impiegate per l'irrigazione dei campi, possono riuscire lo stesso di danno o anche di utilità.

Particolare attenzione viene posta su alcuni elementi ritenuti di maggior pericolosità anche per il loro particolare comportamento nei terreni: boro, piombo, rame, zinco, arsenico, mercurio, ecc.

A questo proposito è bene ricordare che per valutare l'idoneità di un'acqua all'irrigazione non è sufficiente conoscere le sue caratteristiche ma occorre conoscere anche le caratteristiche dei terreni ai quali l'acqua è destinata e l'influenza che queste caratteristiche esercitano sui vari componenti minerali od organici dell'acqua agli effetti della nutrizione delle piante.

E' questa una delle ragioni per cui lo studio degli inquinamenti dell'ambiente agli effetti non soltanto agrari ma anche agli effetti più generali della conservazione della natura deve essere effettuato principalmente dai chimici agrari in collaborazione con altri specialisti come per esempio microbiologi, igienisti, ecc.

A proposito di questa collaborazione mi è gradito citare qui il caso delle acque cloacali della città di Udine.

Ritengo che la massima parte degli ascoltatori qui presenti sia già a conoscenza dei grandiosi impianti di depurazione che stanno per essere ultimati alle porte di Udine, per volontà degli organi amministrativi-politici e sotto la competente direzione degli organi tecnici del Comune di Udine.

Alla sua ultimazione, prevista alla scadenza di qualche mese, l'impianto sarà uno dei primi esistenti in Italia in cui venga attuata non soltanto la depurazione primaria in vasche di decantazione e di ossidazione ma anche la depurazione secondaria in grandi digestori anaerobici.

Dopo il trattamento le acque depurate vengono scaricate per ulteriori impieghi mentre i fanghi essiccati dovrebbero venir utilizzati come concimi.

In questa grandiosa impresa — di cui è già previsto anche un ulteriore prossimo ampliamento per adeguarlo alle esigenze future — la Stazione Chimico Agraria Sperimentale collabora nella

parte dei controlli chimici e, in special modo, nella parte della utilizzazione agraria dei materiali organici separati e delle acque depurate.

Pesticidi nelle acque e nei terreni.

Negli ultimi anni l'impiego di pesticidi in agricoltura è diventato sempre più un argomento di dominio pubblico ed ha cessato di essere un fatto riguardante unicamente l'industria produttrice e l'agricoltura consumatrice.

Frequentemente infatti esso è stato oggetto di interesse da parte della stampa di informazione specie in occasione del verificarsi di casi di intossicazione o di induzione di malattie, casi presunti o reali, che hanno scosso la opinione pubblica.

Il più vistoso di questi casi è quello verificatosi anni fa negli Stati Uniti e passato dalla cronaca alla storia col nome di «la psicosi dei mirtilli».

La marmellata di mirtilli era stata largamente impiegata durante la guerra nell'alimentazione dei piloti per le sue proprietà che consentivano di vedere più acutamente anche nelle ore crepuscolari: era diventata, anche in conseguenza di questo suo largo impiego, di uso molto comune e diffuso.

Nelle coltivazioni di mirtillo veniva allora usato un erbicida a base di amino-triazolo che agiva selettivamente e molto efficacemente contro le malerbe dei mirtilleti. Nel 1958 successe che, secondo i risultati di alcuni esperimenti compiuti sui ratti, questo erbicida venne incolpato di produrre tumori alla tiroide.

La notizia ebbe ripercussioni vastissime: il timore infatti che tale sostanza potesse indurre il cancro nell'uomo fece ritirare dal commercio l'intera produzione di mirtilli degli anni 1958-1959.

Non solo, ma anche negli anni immediatamente successivi si verificò una sensibile flessione nei consumi di marmellata di mirtilli.

Questo è l'esempio di un caso di presunta disgrazia. Esistono purtroppo però anche i casi di reali disgrazie: casi di intossicazioni acute e casi di intossicazioni croniche per inquinamento ambientale.

A questi ultimi dobbiamo riferirci per restare nel tema trattato.

Tutti conoscono la storia ormai «vecchia» del DDT: in uso universalmente da quasi trent'anni come il più noto, il più efficace,

il più innocuo, il più economico degli insetticidi. Questo prodotto (chimicamente di-cloro-difenil-tricloroetano) ultimamente è stato bandito da un impiego generalizzato perché accusato di due gravissime colpe: prima, la sua lunga persistenza che ne permette la presenza e l'accumulo nel terreno, negli animali e nei vegetali e ne ha provocato la universale diffusione attraverso il passaggio nell'intera catena biologica; seconda, il suo accertato potere cancerigeno per gli animali.

Una storia simile a quella del DDT, ma nuova, riguarda i fungicidi mercurici.

I composti organici di mercurio sono da tempo impiegati su larga scala per la disinfezione di semi da malattie fungine. Il mercurio sembrava, fino a qualche tempo fa, un elemento che univa alla sua forte tossicità per le crittogame anche il vantaggio di non persistere a lungo nel terreno per la volatilizzazione cui va naturalmente soggetto e di inattivarsi per la possibile formazione di sali non tossici alle piante. Si affermava inoltre che l'uso di basse concentrazioni di composti organo-mercurici portasse anche il vantaggio di attivare la crescita delle plantule appena germinate.

Attualmente in conseguenza degli studi compiuti specialmente nel Canadà, negli Stati Uniti, in Giappone e in Svezia il mercurio è stato messo sotto una pesante accusa: quella di inquinare — in misura preoccupante — le acque di vastissime zone di quei paesi.(*) Un altro allarme è stato dato recentemente in un convegno tenuto a Londra sul tema «Rischi genetici e ambiente fisico». Finora al rischio di avvelenamento da mercurio erano esposti solamente i lavoratori di certi settori industriali nei quali si faceva uso del metallo. Si sapeva che l'avvelenamento provocava gravi disturbi al sistema nervoso centrale e squilibri nelle funzioni sensoriali fino, nel casi estremi, alla morte. E' stato ultimamente dimostrato che l'avvelenamento da mercurio può disturbare gravemente la normale divisione cellulare portando alla formazione di mutazioni cromosomiche con conseguenze genetiche del tutto imprevedibili.

In un articolo sulle province centrali del Canadà apparso recentemente nel periodico «National geographic», organo ufficiale della Società Nazionale Geografica degli Stati Uniti, è stata riportata la notizia di larghi vuoti nel patrimonio ornitologico del Paese causati dall'ingestione di semi trattati con fungicidi mercurici. Nei

---

(*) L'origine dell'inquinamento da mercurio non è soltanto agraria: sono infatti molte industrie che impiegano, e scaricano nelle acque, composti organo-mercurici (industria cartaria, industria dei detersivi, industrie chimiche varie).

controlli chimici dei tessuti degli uccelli morti sono state riscontrate concentrazioni di mercurio di molto al di sopra di 0.01 ppm limite ammesso per il consumo umano delle carni. Le autorità dello Stato di Alberta sono stase costrette a chiudere la caccia nei territori dello Stato.

Le quantità di fungicidi mercurici usate nella disinfezione dei semi sono in realtà molto ridotte; tuttavia possono essere sufficienti ad inquinare con minime concentrazioni terreni e acque. Da queste minime concentrazioni per azione di accumulo nella catena biologica di piante e di animali si può passare a concentrazioni che superano il limite della tossicità per l'uomo.

Notizie allarmanti giungono anche dagli Stati Uniti in cui molti fiumi e laghi sono gravemente inquinati da mercurio tanto che le autorità di diversi Stati hanno dovuto avvertire del rischio i pescatori — per ora soltanto avvertire — ammonendoli, con frequenti e visibili cartelloni, a non mangiare il pesce pescato che potrebbe essere saturo di mercurio.

Anche per i composti mercurici si sta ripetendo la storia «vecchia» del DDT e in genere dei composti clorurati.

Nelle nostre ricerche — citate in precedenza — sulla qualità delle acque della Regione viene ora presa in considerazione anche la possibile presenza di mercurio giacché abbiamo avuto alcuni risultati, ancora sotto conferma, che ci spingono ad approfondire le ricerche e ad allargarle alla catena biologica.

Questi casi di presunte disgrazie e, purtroppo, i diversi casi anche di reali disgrazie hanno portato l'opinione pubblica dei consumatori a generalizzare e ad accusare spesso i produttori e gli utilizzatori di pesticidi di attentare alla salute pubblica introducendo negli alimenti potenti veleni capaci di produrre intossicazioni, malattie, morte.

D'altra parte esiste un altro aspetto che deve essere tenuto nella giusta considerazione.

I trattamenti pesticidi alle piante e ai terreni per combattere insetti dannosi e malattie crittogamiche e per controllare le erbe infestanti o altre avversità biologiche, sono ormai diventati una assoluta necessità per la sopravvivenza dell'umanità nel nostro attuale sistema economico e produttivo.

Se si vuol correttamente alimentare e vestire la popolazione umana che si moltiplica vertiginosamente è ora necessario — e continuerà anche in futuro ad esser necessario — usare composti chimici pesticidi.

Stiamo già forse superando la prima fase del «boom» caotico dei pesticidi. Il rapidissimo sviluppo di un gran numero di diversissimi tipi di composti chimici impiegabili dall'agricoltore nella sua lotta contro le avversità biologiche, ha colto infatti i ricercatori agrari impreparati e non correttamente attrezzati per valutare gli effetti di tutti questi prodotti nel sistema ecologico totale.

La lotta antiparassitaria è infatti fondamentalmente un problema ecologico ,ossia un problema che riguarda i rapporti di tutti gli organismi viventi col loro ambiente di vita.

E' l'ambiente che viene ormai modificato. D'altra parte la attuale popolazione mondiale di uomini, di animali domestici e di animali selvatici non potrebbe più vivere nell'ambiente di un tempo.

«Da quando l'uomo cacciatore è diventato uomo-agricoltore si è iniziato un mutamento irreversibile dell'ambiente di tutti gli organismi viventi.

Quando la vegetazione spontanea di un luogo viene disturbata con la coltivazione oppure quando campi coltivati vengono abbandonati e restituiti alla natura, si verifica una serie di eventi che modifica non solo la vita delle piante ma le popolazioni di molti altri organismi.

Erbe, crittogame, insetti, vermi, miriapodi, parassiti, predatori, spesso trovano condizioni di vita più favorevoli in zone ospitanti una coltura specializzata che in zone naturalmente indisturbate.

Quando l'uomo-agricoltore crea con le colture condizioni ideali per la moltiplicazione di certi parassiti, deve necessariamente creare anche efficienti mezzi per combattere tali parassiti».

Allo stato attuale i mezzi più efficienti, e talvolta i soli mezzi efficienti, sono precisamente i pesticidi.

Due impellenti necessità fra loro gravemente contrastanti: quella della salute e dell'igiene pubblica e quella della economia e della produzione agricola.

Per ora occorre far ricorso a compromessi, in attesa però che la ricerca scientifica, svolta col concorso di diversi specialisti, indichi le vie da seguire per risolvere il grosso problema della sussistenza alimentare delle crescenti popolazioni del mondo.

Qual'è il contributo di studio che in questo campo è stato dato o viene dato o verrà dato dalle Stazioni Sperimentali della Regione?

Da diversi anni ci stiamo occupando del comportamento nei nostri terreni di pesticidi di comune uso agrario, e della conseguente valutazione dell'inquinamento dei terreni.

In proposito ritengo opportuno far notare che per un tale studio non ci si può valere dei risultati sperimentali ottenuti altrove giacché la dinamica di certe sostanze (pesticidi) nel terreno è legata a condizioni strettamente locali.

Tali ricerche tendono a un triplice scopo:

— valutazione delle interazioni terreno-pesticida agli effetti della efficacia del trattamento pesticida
— valutazione del grado di inquinamento attraverso la determinazione dei residui
— valutazione dell'eventuale passaggio dei residui di pesticidi nelle acque di percolazione o nelle acque di dilavamento superficiale.

Finora sono state attuate ricerche riguardanti alcuni erbicidi triazinici (simazina, propazina, atrazina) ed erbicidi ureici (monuron, diuron, linuron) nei diversi tipi di terreno maggiormente diffusi nella Regione.

Sono ora in atto le ricerche riguardanti i residui di insetticidi clorurati.

Recentemente è venuto a nostra conoscenza il fatto che una grossa partita di formaggio friulano è stata respinta dal Canadà, perché, al controllo dei laboratori governativi di quel Paese, è risultata inquinata, oltre i limiti di tolleranza per l'alimentazione umana, dall'insetticida BHC (esaclorocicloesano isomero gamma, in Italia più noto col nome di lindano).

Questo fatto ha richiamato una volta di più alla nostra attenzione il problema dei residui di pesticidi di comune uso agrario, della opportunità di un approfondito studio dell'inquinamento del nostro ambiente agrario e della necessità di metodici controlli dei prodotti della catena alimentare e non soltanto dei prodotti finali di mercato.

Normalmente infatti i controlli hanno un fine igienico-sanitario e vengono condotti sui prodotti destinati direttamente all'alimentazione umana. Noi riteniamo invece che, non solo per salvaguardare la salute di tutti ma anche per garantire gli interessi degli agricoltori, sia assolutamente necessario andare alle origini del male e studiare l'attuazione di modalità atte ad attenuare se non eliminare del tutto il pericolo dell'inquinamento indiretto di certi prodotti agrari.

I residui di insetticidi che si ritrovano più comunemente nel terreno sono quelli degli insetticidi clorurati.

Secondo Alexander, dei pesticidi clorurati quello che persiste meno a lungo nel terreno è il toxafene raggiungendo un periodo massimo di 6 anni, quello che ha la durata maggiore è il clordano raggiungendo un periodo massimo di 12 anni; tutti gli altri insetticidi clorurati hanno durate medie fra i 6 e i 12 anni (Prospetto n. 3).

Come sono trattenute dal terreno queste sostanze?

Perché non vengono dilavate e non vengono biodegradate? Permangono anche nel letame?

Non è che si sappia molto su questi punti.

Prospetto 3

Persistenza di insetticidi clorurati nel terreno (da Edwards, 1966)

Insetticida clorurato	Tempo (in anni) per ridurre la presenza al 5 % delle quantità apportate			Quantità presente dopo un anno in % delle quantità apportate
	minimo	massimo	medio	%
aldrin	1	6	3	26
clordano	3	5	4	55
DDT	4	30	10	80
dieldrin	5	25	8	75
eptacloro	3	5	3½	45
lindano	3	10	6½	60

Si sa che è indiscusso e certo che questo tipo di sostanze persistono alquanto a lungo nel terreno (vedi Prospetto n. 4) e nel letame legate in qualche modo alle sostanze umificate, e protette da una eventuale degradazione biologica.

Dal terreno possono invece essere assorbite, inalterate, nelle piante e da queste (foraggi) negli animali.

Negli animali tendono poi ad accumularsi nel grasso.

E quindi inquinano l'uomo specialmente attraverso prodotti alimentari animali contenenti grasso (latte, formaggio, burro, carne).

La contaminazione del latte raramente proviene dall'uso di antiparassitari clorurati nelle stalle e quindi dall'inquinamento diretto dei foraggi o dei mangimi; pure raramente dall'inquinamento dei foraggi per trattamenti diretti alle colture foraggere. La maggior parte del cloro organico proviene invece dai minimi residui del

Prospetto 4

Persistenza di pesticidi nel terreno (sec. Lichtenstein, 1966)

pesticida		mezza vita
piombo, rame, arsenico, mercurio	anni	10-30
insetticidi clorurati (DDT, dieldrin, ecc.)	anni	2-4
erbicidi triazinici	anni	1-2
» derivati dall'ac. benzoico	mesi	2-12
» ureici	mesi	4-9
» di tipo 2, 4-D e 2, 4, 5-T	mesi	1-5
insetticidi fosfo-organici	giorni	7-70
pesticidi di tipo carbamati	giorni	7-8

terreno passati attraverso le piante foraggere agli animali e quivi accumulati nei grassi.

Da ciò la opportunità del controllo di tutti i termini di passaggio: dal terreno, alle piante, agli animali, e quindi ai prodotti finiti commerciali.

E' su questi concetti che biene basata la nostra ricerca sperimentale.

Detersivi nelle acque e nei terreni.

L'inquinamento delle acque causato dai detersivi è un caso tipico di effetti sfavorevoli che risultano dalla evoluzione rapida delle condizioni della vita moderna.

Chimicamente si distinguono tre categorie di detersivi: anionici, cationici e non-ionici.

Agli effetti dell'inquinamento i più importanti sono gli anionici perché di gran lunga i più abbondanti e i più diffusi in commercio.(*)

Da dove provengono i detersivi che finiscono nelle acque superficiali?

La massima parte ha un'origine urbana dovuta agli usi familiari domestici, una parte, ma di molto minore, è di origine indu-

(*) I detersivi anionici rappresentano l'80-90 % dei detersivi venduti.
Dei detersivi anionici i 4/5 sono rappresentati dagli alchil-benzen-sulfonati (ABS).

striale, dovuta all'impiego di tali tensioattivi in certe industrie (tessili, del cuoio, tintorie, ecc.), e una parte, decisamente ancora minore, ha un'origine agraria dovuta al loro impiego come adiuvanti in certi trattamenti antiparassitari.

Quali sono gli effetti dannosi dei detersivi sull'ambiente agrario in particolare?

Tutti sanno certamente o per aver personalmente constatato nella realtà o per aver sentito dire o per aver visto certe documentazioni fotografiche, tutti sanno — ripeto — che l'effetto più macroscopico della presenza di detersivi nelle acque è quello della formazione di schiuma.

A parte l'effetto fisico ed estetico negativo di queste schiume devo citare altri effetti negativi anche se non interessanti direttamente l'agricoltura. Nei laboratori di microbiologia già da qualche tempo (1960) è in uso un metodo per concentrare, purificare e isolare certi bacteri (precisamente micobacteri: come il bacillo di Koch) per mezzo di schiume formate da detersivi. Questo avviene anche nelle acque di scarico contenenti detersivi e contenenti micobacteri: le abbondanti schiume che si formano, trattengono e accumulano forti quantità di micobacteri e, secondo certi autori, anche di virus.

Queste schiume rotte dal vento sono trasportate dal vento stesso in piccoli fiocchi carichi di agenti patogeni e possono perciò costituire importanti potenziali vettori di epidemie.

Occorre notare che nella formazione delle schiume intervengono sia fattori propri del detersivo (natura chimica, concentrazione, ecc.) sia fattori propri dell'acqua (il pH, sostanze proteiche più o meno degradate, certi sali minerali — specialmente sali di calcio —, ecc.).

Da qui la necessità di conoscere, anche sotto questo punto di vista, la qualità delle acque.

Non posso soffermarmi a trattare, nemmeno sommariamente, delle azioni sfavorevoli dei detersivi nella depurazione delle acque (azioni sulla eliminazione fisica dei grassi, sulla flocculazione delle sospensioni colloidali, sulle ossidazioni nei trattamenti biologici aerobici, sulla digestione fermentativa anaerobica delle melme, ecc.), né posso illustrare i fenomeni e i limiti di tossicità cronica e acuta sull'uomo e sugli animali, in particolare sui pesci, né tanto meno posso accennare al problema della biodegradabilità dei detersivi, perché la trattazione di questi argomenti, anche se indiscutibilmente interessante, è fuori dagli scopi di questa conversazione.

Prospetto 5

Procedimenti per la depurazione delle acque

per le sostanze in soluzione	per le sostanze in sospensione	per le sostanze tossiche o patogene
precipitazione	flocculazione	distruzione chimica
scambio ionico	sedimentazione	» biologica aerobica
adsorbimento	filtrazione	» biologica anaerobica
separazione attraverso a membrane	flotazione	» termica
distillazione		» mediante radiazioni
congelamento		adsorbimento

La mia trattazione si limita unicamente all'azione esplicata dai detersivi anionici sui terreni.

Tutti sanno che nei terreni la parte di gran lunga più attiva è rappresentata dalla frazione colloidale. La massima parte delle proprietà fisiche, fisico-chimiche, chimiche e biologiche del terreno, che influiscono sulle caratteristiche agronomiche e sul dinamismo biochimico del terreno stesso, sono dovute infatti all'attività di superficie della frazione colloidale (specialmente le sostanze umiche e i minerali delle argille).

I detersivi sono composti tensio-attivi cioè composti che esplicano una attività di superficie dovuta alla loro particolare costituzione chimica, e come tali interferiscono con l'attività di superficie del complesso adsorbente del terreno. Ne derivano variazioni, anche notevoli, della struttura, della permeabilità, della stabilità di fronte agli agenti di erosione, della capacità idrica, delle proprietà legate in qualche modo alle caratteristiche colloidali del terreno.

L'effetto dei detersivi sul terreno dipende non solo dalla natura del detersivo ma anche ed essenzialmente dalla costituzione del complesso adsorbente del terreno. Si sa che il complesso adsorbente varia da tipo a tipo di terreno e la sua attività è altrettanto varia a seconda delle condizioni locali. Non è quindi possibile prevedere la entità degli effetti valevoli per ogni situazione.

I detersivi anionici, specialmente quelli di tipo alchil-benzen sulfonati (che sono i più comuni e diffusi), esplicano una azione inibente nell attività nitrificante dei terreni. Acque con concentrazioni di detersivo dell'ordine di una decina di parti per milione

possono già a tale concentrazione produrre nel terreno un notevole rallentamento della nitrificazione e conseguentemente un notevole abbassamento della fertilità azotata. Dosi di 50-60 ppm porterebbero a una inibizione totale della flora nitrificante.

Lo sviluppo di certe alghe, presenti normalmente nel terreno e importanti come microorganismi fissatori di azoto (Nostoc. Anabaena) può venire completamente annullato dalla presenza di detersivi anionici.

Non si conoscono ancora gli effetti più generali sulla ecologia di altri microorganismi utili del terreno; si può tuttavia pensare che le associazioni bacteriche, in special modo quelle delle rizosfere, vengano decisamente modificate dalla presenza del detersivo.

Ritengo d'interesse citare anche i risultati delle ricerche svolte da Rotini e Galoppini e riferiti nel IV Congresso internazionale delle sostanze tensio-attive tenuto a Bruxelles nel 1964, anche se gli effetti descritti si riferiscono a concentrazioni di detersivo piuttosto alte e che difficilmente si possono perciò verificare nelle condizioni di campagna.

Secondo questi autori i detersivi anionici alla concentrazione di 250 ppm esercitano un forte potere inibitorio sulla germinabilità dei semi.

L'effetto è stato studiato sui semi di diverse piante agrarie: grano, orzo, riso, mais, fagioli, piselli e altre.

Conclusioni.

Vorrei concludere questa mia conversazione con una considerazione e un voto.

Le Stazioni Sperimentali di Udine e di Gorizia hanno appena compiuto i cento anni di vita: l'una nel 1970 e l'altra nel 1969.

Penso che sia noto che in questo lungo periodo di attività di ricerca il lavoro maggiore e migliore sia stato diretto principalmente alla conoscenza dei terreni e, in minor misura, delle acque della Regione. Terreni e acque sono, assieme all'aria, i costituenti della biosfera ossia dell'ambiente in cui si svolge la vita di tutti i vegetali e di tutti gli animali, uomo compreso.

Anche attualmente il nostro lavoro principale continua nello stesso indirizzo ma, ovviamente, con aggiornate tecniche e moderne vedute.

Questo ci ha portato, con priorità di tempo, a studiare i cambiamenti che si stanno attuando nella biosfera di interesse agrario in relazione agli inquinamenti dovuti alle attività dell'uomo moderno.

Io penso che il problema degli inquinamenti debba essere studiato ambiente per ambiente e non possa essere risolto che localmente. La collaborazione a largo raggio — nazionale e internazionale — è indispensabile per lo studio generale dei fenomeni di inquinamento e per lo studio dei metodi di controllo; ma i problemi locali non possono esser risolti che con lo studio delle condizioni locali e con l'adattamento ad esse delle generiche conoscenze e delle esperienze conseguite altrove in appositi laboratori specializzati.

E' sotto questo punto di vista che io ritengo auspicabile la formazione, presso le nostre Stazioni sperimentali, di un nucleo di personale specializzato che, avvalendosi delle già esistenti moderne attrezzature di laboratorio, delle già acquisite conoscenze sulle proprietà dei terreni locali, sulle caratteristiche delle acque locali e sulle condizioni edafiche locali della vegetazione, e infine ricorrendo alla esperienza scientifica dell'esistente personale, possa lavorare, senza l'indugio di tempi morti di preparazione, nei necessari controlli ed esperimenti atti ad arrestare a livelli tollerabili gli inquinamenti attuali e prevenire quelli, presumibilmente sempre più vasti, del futuro; e possa fornire una valida assistenza scientifica e tecnica a tutti coloro che sono direttamente interessati alla soluzione dei problemi dell'inquinamento ambientale e della conservazione della natura.

Ritengo tuttavia che tutti, indistintamente tutti, debbano prestare, nei limiti delle loro possibilità, la propria opera di collaborazione per mantenere il più pulito, il più sano, il più abitabile possibile l'ambiente in cui tutti viviamo.

La ricerca scientifica, ad ogni livello, sta attivamente interessandosi per contrastare il più possibile la formazione, da parte delle varie e necessarie attività dell'uomo moderno, di una situazione di estremo pericolo per la vita stessa dell'uomo.

Ogni persona ha il dovere di acquisire coscienza di questo gravissimo pericolo e di avere, conseguentemente, la decisa volontà di aiutare in tutti i modi lo sforzo che scienziati, tecnici, politici e uomini di varia responsabilità, compiono per salvaguardare la salute dell'uomo attuale e la vita delle future generazioni umane.

Fac-simile dei moduli in uso presso gli Istituti sperimentali agrari di Udine e di Gorizia per le analisi di acque (fogli I e II).

ISTITUTO CHIMICO AGRARIO
SPERIMENTALE
GORIZIA

STAZIONE CHIMICA AGRARIA
SPERIMENTALE
UDINE

Campione d'acqua n. .... Foglio I

Generalità :

Acqua (di sorgente, di pozzo, di fiume, ecc.) ....

....

Località e denominazione ....

....

Posizione geografica: lat. .... long. .... alt. ....

Portata .... l/sec.

Temperatura dell'acqua alla data .... alle ore .... t°

Temperatura dell'aria alla data .... alle ore .... t°

Modalità di campionamento ....

....

....

Notizie geologiche ....

....

....

Notizie storiche e varie ....

....

....

Notizie bibliografiche ....

....

....

Campione d'acqua .... Foglio II

Caratteri generali dell'acqua :

Colore ....

Limpidezza ....

Odore ....

Sapore ....

Sostanze in sospensione (seccate a 105°) .... mg/l

Valutazioni chimiche diverse (sull'acqua eventualmente filtrata) :

Residuo fisso a 105° .... mg/l

Residuo fisso a 180° .... mg/l

Residuo fisso al rosso scuro .... mg/l

Ammoniaca ....

Nitriti ....

Nitrati ....

Cianuri ....

Arsenico ....

Idrogeno solforato ....

Ossigeno consumato (sec. Kübel) .... cm^3/l

Sostanza organica (da 0 cons.) .... mg/l

Alcalinità in HCl N/10 .... cm^3/l

Durezza totale in gradi francesi ....

Durezza totale in gradi tedeschi ....

Durezza temporanea in gradi francesi ....

Durezza permanente in gradi francesi ....

Reazione alla benzidina ....

Fac-simile dei moduli in uso presso gli Istituti sperimentali agrari di Udine e di Gorizia per le analisi di acque (fogli III e IV).

Campione d'acqua n. .... Foglio III

Determinazioni chimico-fisiche:

Temperatura dell'acqua in loco . (data .... ora ....) C°

Temperatura dell'aria in loco . (data .... ora ....) C°

Densità . . . . D_4^{15}

Indice di rifrazione . . . . n^{20}

Abbassamento crioscopico . . Δt

Pressione osmotica . . . . Po mol/l

Concentrazione osmotica . . . Co

Esponente ioni H+ . . . . pH

Attività ioni H+ . . . . . . aH

Conducibilità elettrica a 18° . . . . μ mhos/cm

Conducibilità elettrica a 25° . . . . μ mhos/cm

Gas disciolti (riportati a 0° e 760 mm):

Anidride carbonica . . . . cm^3/l

Ossigeno . . . . cm^3/l

Azoto . . . . cm^3/l

Gas rari . . . . cm^3/l

Idrogeno solforato . . . . cm^3/l

Campione d'acqua n. .... Foglio IV

Determinazioni specifiche per acque inquinate:

BOD_5 ....

Fenoli .... mg/l

Detersivi anionici (ABS) .... mg/l

Pesticidi .... mg/l

....

....

....

Idrocarburi .... mg/l

....

Grassi .... mg/l

....

Saggio di putrescibilità .... mg/l

....

Radioattività .... μ C/ml

Varie:

SAR ....

CSR ....

....

Fac-simile dei moduli in uso presso gli Istituti sperimentali agrari di Udine e di Gorizia per le analisi di acque (foglio V).

Campione d'acqua n. .... Foglio V

Determinazioni chimiche :

Denominazione	Formula	mg/l	Millimoli	Millivalenze	
				Cationi	Anioni
Ione sodio	Na^+				
» potassio	K^+				
» litio	Li^+				
» calcio	Ca^{2+}				
» magnesio	Mg^{2+}				
» stronzio	Sr^{2+}				
» ferro	Fe^{2+}				
» rame	Cu^{2+}				
» cromo	Cr^{3+}				
» arsenico	As^{3+}				
» piombo	Pb^{2+}				
» alluminio	Al^{3+}				
» manganese	Mn^{2+}				
» mercurio	Hg^{2+}				
» cloro	Cl^-				
» fluoro	F^-				
» iodio	I^-				
» solforico	SO_4^{2-}				
» idrocarbonico	HCO_3^-				
» fosforico	PO_4^{3-}				
» metaborico	BO_2^-				
» cianidrico	CN^-				
» nitrico	NO_3^-				
Silice	SiO_2				